

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ДАТЧИКА ВИХРЕВЫХ ТОКОВ НА ЧАСТОТЕ 30 Мгц

В. С. Покко, В. П. Плотников, Е. А. Голубятников

Измерение вибраций крупных и малых энергетических установок имеет большое значение для их работы, в связи с чем создание надежно работающей измерительной аппаратуры для этих целей приобретает первостепенное значение.

Среди методов измерения параметров вибраций наиболее перспективным являются бесконтактные, позволяющие получить значения вибрационных параметров в любой точке вращающихся валов. Применительно к измерению параметров валов турбоагрегатов бесконтактный метод позволяет исключить нелинейность системы ротор-опоры, так как применяемые в настоящее время датчики измеряют параметры вибраций опор.

Одним из бесконтактных методов измерения параметров вибраций является метод, основанный на применении вихревых токов [1, 2].

Принцип действия таких датчиков основан на возникновении вихревых токов в проводящей поверхности при помещении вблизи нее обмотки, питаемой переменным током.

Магнитное поле токов уменьшает индуктивность катушки, а активное сопротивление проводящей поверхности вызывает уменьшение добротности.

Изменение индуктивности добротности при данной частоте зависит от геометрических размеров тела, его проводимости, от относительного расстояния проводящего тела обмотки, а также от конфигурации последней.

К достоинствам бесконтактного метода с применением датчика на вихревых токах следует отнести нечувствительность датчика к магнитным полям, отсутствие влияния на точность измерения паров масла, сравнительная простота выполнения сейсмической подвески катушки датчика, что позволяет измерить абсолютные колебания вибрирующей поверхности.

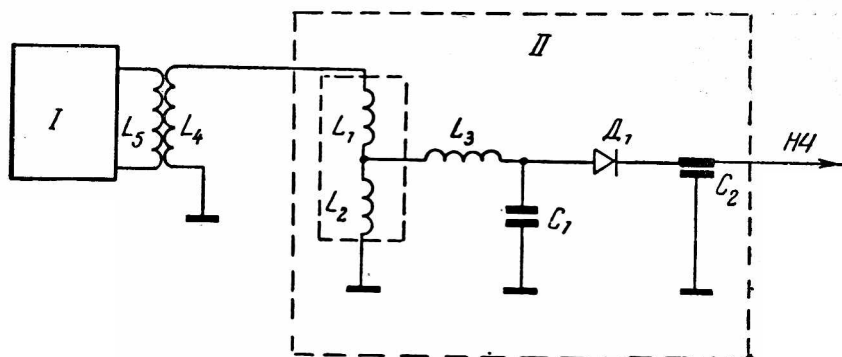


Рис. 1. Схема датчика на вихревых токах:

I — измерительная схема; II — датчик.

К недостаткам следует отнести зависимость показаний прибора от величины емкости соединительной линии и от стабильности величины расстройки датчика относительно частоты питающего генератора. Величина этой расстройки зависит как от изменения расстояния между датчиком и вибрирующей поверхностью l , так и от изменения температуры окружающей среды.

Ниже описывается вариант применения датчика на вихревых токах, свободный от указанных выше недостатков.

Датчик работает на частоте 30 МГц. Схема датчика представляет собой последовательный контур, образованный индуктивностями L_2 , L_3 и конденсатором C_1 (рис. 1). Контур датчика на частоте 30 МГц имеет максимальную добротность.

Предыдущие исследования [2] показывают, что с ростом частоты зависимость параметров датчика от материала вибрирующей поверхности уменьшается.

В описанных ранее датчиках на вихревых токах использовались частоты до 13 МГц. При этом, начиная с 10 МГц, на настройке датчика очень сказывались изменения емкости соединительного кабеля и нестабильность работы генератора. В описываемой схеме влияние соединительной линии сказывается незначительно, так как она нагружена на низкоомный делитель, образуемый индуктивностями L_1 , L_2 . Изменяя величину L_2 , можно менять в широких пределах коэффициент связи контура датчика с генератором.

Форма резонансной кривой датчика определяется его добротностью и зависит от расстояния до вибрирующей поверхности. С уменьшением расстояния добротности падает и меняется крутизна ската резонансной кривой. Однако при этом увеличивается вносимое реактивное сопротивление и тем самым — расстройка контура датчика на единицу перемещения поверхности. Чувствительность ξ датчика представляет собой отношение приращения напряжения на контуре к перемещению до вибрирующей поверхности и является основным параметром датчика $\xi = \frac{\Delta U}{\Delta l}$.

Как показывает эксперимент, линейный участок характеристики $\xi(l)$ получается при $l = 3-5$ мм от поверхности. При этом расстоянии изменение добротности относительно невелико, крутизну ската резонансной кривой можно считать примерно постоянной и смещение резонансной кривой не вызывает заметной погрешности измерения.

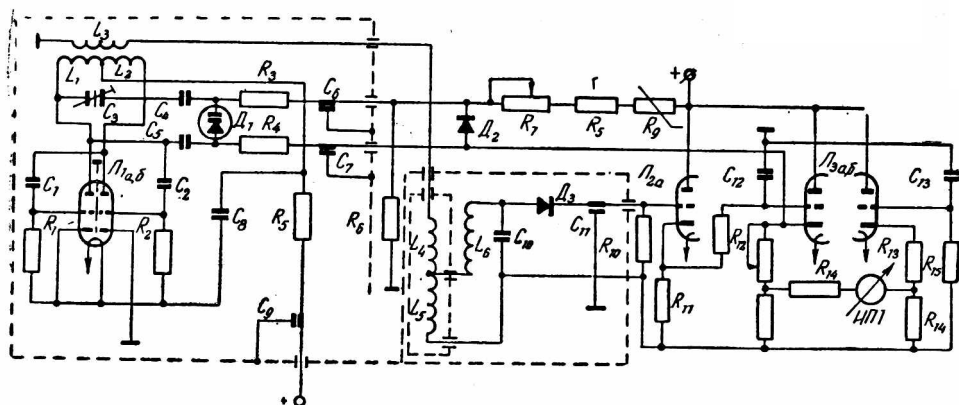


Рис. 2. Схема для измерения параметров вибраций с датчиком на вихревых токах на частоте 30 Мгц.

Температурные влияния и неточность установки датчика не должны вывести частоту генератора за пределы линейного участка резонансной кривой датчика. Для установления оптимальной зависимости изготовлен действующий макет измерительной установки, где снимались зависимости чувствительности датчика от расстояния до вибрирующей поверхности.

Для автоматической подстройки рабочей точки использовалось АПЧ, дискриминатором которой служил контур датчика.

Ниже приведена принципиальная схема измерителя амплитуды вибраций с АПЧ (рис. 2).

Схема состоит из двухтактного генератора на лампе L_1 , датчиков $L_3, L_4, L_5, C_3, C_4, C_5$, катодного повторителя на лампе L_2 и индикатора уровня на лампе L_3 .

Подстройка контура генератора производится варикапом D_1 за счет напряжения, снимаемого с одного из катодов L_3 . Рабочая точка устанавливается резистором R_7 . Смещение резонансной кривой датчика вызывает изменение напряжения на варикапе и, следовательно, уход частоты генератора в ту же сторону.

Достоинством схемы также является возможность работы с несколькими коммутируемыми датчиками.

Данная схема может быть использована при разработке балансировочной аппаратуры для измерения амплитуды вибраций и других целей.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Л. Дорощев. Неразрушающие методы испытания методом вихревых токов. Оборонгиз, 1961.
2. Б. З. Михлин. Высокочастотные емкостные и индуктивные датчики. Госэнергоиздат, 1960.
3. Д. И. Агейкин, Е. Н. Костина, Н. Н. Кузнецова. Датчики контроля и регулирования. Госэнергоиздат, 1965.